

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013193997 **Image available**

WPI Acc No: 2000-365870/200031

XRAM Acc No: C00-110588

XRPX Acc No: N00-273773

High pressure sodium vapor lamp, for plant growth promotion, has a specified sodium, mercury and xenon filling and optimized red and blue emission contents

Patent Assignee: FLOWIL INT LIGHTING HOLDING BV (FLOW-N)

Inventor: GEENS R E; VLEKKEN C J; GEENS R E A; VLEKKEN C J M

Number of Countries: 022 Number of Patents: 011

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200026940	A1	20000511	WO 99EP8205	A	19991029	200031 B
DE 19851955	A1	20000518	DE 198051955	A	19981111	200031
AU 200011569	A	20000522	AU 200011569	A	19991029	200040
EP 1127367	A1	20010829	EP 99971579	A	19991029	200150
			WO 99EP8205	A	19991029	
HU 200105047	A2	20020429	WO 99EP8205	A	19991029	200238
			HU 20015047	A	19991029	
US 6515418	B1	20030204	WO 99EP8205	A	19991029	200313
			US 2001830944	A	20010822	
EP 1127367	B1	20030917	EP 99971579	A	19991029	200369
			WO 99EP8205	A	19991029	
DE 59907049	G	20031023	DE 99507049	A	19991029	200373
			EP 99971579	A	19991029	
			WO 99EP8205	A	19991029	
AU 769234	B	20040122	AU 200011569	A	19991029	200412
HU 223278	B1	20040428	WO 99EP8205	A	19991029	200435
			HU 20015047	A	19991029	
DE 19851955	B4	20041209	DE 198051955	A	19981111	200482

Priority Applications (No Type Date): DE 198051955 A 19981111; DE 198050345 A 19981102

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200026940 A1 G 19 H01J-061/22

Designated States (National): AU HU US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE

DE 19851955 A1 H01J-061/18

AU 200011569 A Based on patent WO 200026940

EP 1127367 A1 G H01J-061/22 Based on patent WO 200026940

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

HU 200105047 A2 H01J-061/22 Based on patent WO 200026940

US 6515418 B1 H01J-061/22 Based on patent WO 200026940

EP 1127367 B1 G H01J-061/22 Based on patent WO 200026940

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

DE 59907049 G H01J-061/22 Based on patent EP 1127367

Based on patent WO 200026940

AU 769234 B H01J-061/22 Previous Publ. patent AU 200011569

Based on patent WO 200026940

HU 223278 B1 H01J-061/22 Based on patent WO 200026940

Abstract (Basic): WO 200026940 A1

NOVELTY - High pressure sodium vapor lamp, has a specified sodium, mercury and xenon filling and optimized red and blue emission contents.

DETAILED DESCRIPTION - A high pressure sodium vapor lamp has a burner with a filling of sodium (Na), mercury (Hg) and xenon (Xe). The Na/Hg amalgam contains 12-20 wt.% Na. The cold xenon (Xe) filling pressure is 180-350 torr. The apex spacing of the two flanks of the Na-D line of the radiation spectrum is 110-200 Angstrom and the emission in the 380-780 nm wavelength range has a red wavelength (635-750 nm) content of 14-18% and a blue wavelength (380-500 nm) content of 7-10%.

USE - The lamp is used as a high pressure sodium vapor lamp with a polycrystalline alumina burner, used for plant growth promotion.

ADVANTAGE - The lamp emission optimizes photosynthesis efficiency in plants, provides increased photosynthesis, can replace existing lamps and is compatible with existing switching and starter units and lights.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows the photosynthesis spectral sensitivity of a lamp according to the invention against the wavelength.

pp; 19 DwgNo 1/4

Title Terms: HIGH; PRESSURE; SODIUM; VAPOUR; LAMP; PLANT; GROWTH; PROMOTE; SPECIFIED; SODIUM; MERCURY; XENON; FILL; OPTIMUM; RED; BLUE; EMIT; CONTENT

Derwent Class: L03; X25; X26

International Patent Class (Main): H01J-061/18; H01J-061/22

International Patent Class (Additional): H01J-061/82

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): L03-C02D

Manual Codes (EPI/S-X): X25-N; X26-A02C

?



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 51 955 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
H 01 J 61/18

②① Aktenzeichen: 198 51 955.9
②② Anmeldetag: 11. 11. 1998
④③ Offenlegungstag: 18. 5. 2000

DE 198 51 955 A 1

⑥⑥ Innere Priorität:
198 50 345. 8 02. 11. 1998

⑦① Anmelder:
Flowil International Lighting (Holding) B.V.,
Amsterdam, NL

⑦④ Vertreter:
Lemke, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 86447 Aindling

⑦② Erfinder:
Geens, Rudy E.A., Heusen-Zolder, BE; Vlekken,
Carlo J.M., Bertem, BE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

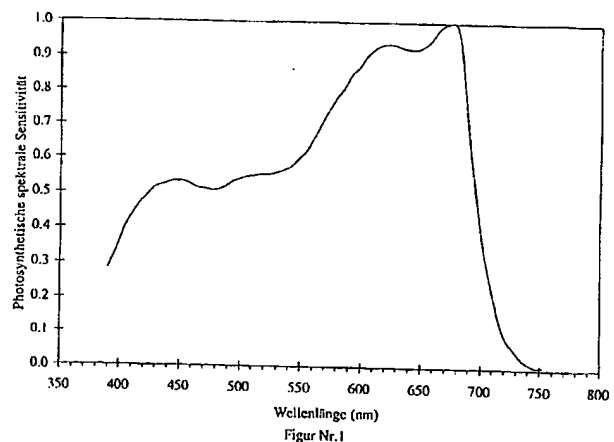
DE	196 40 850 A1
EP	03 64 014 A1
EP	03 60 326 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hochdrucknatriumdampflampe

⑤⑦ Es wird eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12% bis etwa 20%, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 110 μ bis etwa 200 μ , sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich 380 nm bis 780 nm zur Pflanzenwachstumsförderung zur Verfügung gestellt.



DE 198 51 955 A 1

Die Erfindung betrifft eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem Brenner aus polykristallinem Aluminiumoxid (PCA), einer Füllung aus Natrium und Quecksilber, sowie Xenon als Füllgas.

Hochdrucknatriumdampflampen dieses Typs sind für ihre hohe Lichtausbeute im Bereich des sichtbaren Spektrums bekannt. Dies ist dadurch begründet, daß die Lichtemission dieser Lampen in einem Spektralbereich stattfindet, der dem Maximum der Augenempfindlichkeitskurve entspricht. Die meisten kommerziell verfügbaren Hochdrucknatriumdampf-(HPS-)Lampen sind deshalb bezüglich eines maximalen Lichtstroms optimiert.

Ferner verfügen bekannte Lampen über eine lange Lebensdauer und über einen sehr geringen Lichtstromabfall.

Die hohe Lichtausbeute und lange Lebensdauer machen HPS-Lampen ferner auch für die Anwendung zur Pflanzenwachstumsförderung besonders geeignet, trotz der Tatsache, daß ihr Spektrum für das menschliche Auge optimiert ist und nicht für die Begünstigung bzw. Verstärkung des Pflanzenwachstumsprozesses.

Aus der EP 0 364 014 ist ein Verfahren bekannt, den blauen Teil des Spektrums einer HPS-Lampe zu optimieren. Es ist bekannt, daß dies wichtig ist, um Pflanzen daran zu hindern, spindeldürr und mit kleinen Blättern zu wachsen. Nun ist es jedoch so, daß in Gewächshäusern bereits eine ausreichende Menge an blauem Licht der Sonne vorhanden ist, und zwar selbst dann, wenn es im Winter wolkig ist.

Die erwähnte europäische Patentanmeldung beschreibt eine bezüglich der Photosynthese in Pflanzen optimierte HPS-Lampe und offenbart ein optimales Na/Hg-Amalgamverhältnis und erläutert, daß der PCA-Brenner kürzer und weiter gemacht werden muß, um diese Lampe mit vorhandenen Vorschaltgeräten elektrisch kompatibel zu machen. Es wurde jedoch festgestellt, daß bei dem Versuch, in diesem Sinne zu verfahren, der Brenner derart kurz wird, daß an den Brennerenden erhöhte Wärmeverluste offensichtlich werden und daß demzufolge die Verbesserung des Wirkungsgrades hinsichtlich der Photosynthese verloren geht. Darüber hinaus kann die geringe Länge des Brenners in einigen für das Pflanzenwachstum vorgesehenen Leuchten zu unerwünschten Änderungen in der Lichtverteilung führen. Dies bedeutet, daß die beschriebene, bekannte Lampe nur in Verbindung mit speziell ausgelegten Betriebssystemen anwendbar ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Hochdrucknatriumdampflampe der eingangs genannten Art zu schaffen, die bezüglich des Wirkungsgrades der Photosynthese in Pflanzen optimiert ist, mit vorhandenen Lampen austauschbar, sowie mit vorhandenen Vorschalt- und Zündgeräten und Leuchten kompatibel ist und schließlich auch noch im Vergleich mit einer herkömmlichen HPS-Lampe einen Gewinn an photosynthetischer Wirkung liefert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem PCA-Brenner, einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon als Füllgas, mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12% bis etwa 20% und einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 130 bis etwa 200 Å, sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 760 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im gesamten Wellenlängenbereich 380 nm bis 760 nm.

Um die Wärmeverluste zu den Wänden des Brenners hin zu minimieren, wurde es als wirksam erkannt, den Brenner mit einem Xenondruck zu füllen, der so hoch wie möglich ist, ohne die einwandfreie Zündung der Lampen mit den dafür spezifizierten Zündgeräten zu gefährden. Dies führte zu einer etwa 10%igen Erhöhung der Lichtausbeute. Bei der Lampe nach der Erfindung soll der Xenondruck auf einen Wert gebracht werden, der so hoch wie möglich ist und es doch noch der Lampe erlaubt, von den für den entsprechenden Lampentyp spezifizierten Zündgeräten einwandfrei gezündet zu werden. In der Praxis sind dies gewöhnlich Überlagerungszündgeräte, die eine in Abhängigkeit von der Lampenleistung spezifizierte Mindest-Spitzenspannung aufweisen.

Ferner sollte die Entladungslänge der erfindungsgemäßen Lampe von der Entladungslänge der herkömmlichen HPS-Lampe gleicher Leistung um nicht mehr als 25% abweichen. Richtet man sich danach, so ist die optische Kompatibilität mit vorhandenen Leuchten sichergestellt. Die Wandbelastung (Lampenleistung dividiert durch die Wandoberfläche des Brenners zwischen den Elektroden) ist bei herkömmlichen HPS-Lampen optimiert. Mit höherer Belastung vergrößert sich zwar die abgestrahlte Leistung, jedoch muß zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer die Wandbelastung unter einem bestimmten Wert gehalten werden. Dieser Wert entspricht gewöhnlich einer maximalen Brenneroberflächentemperatur von 1200°C und liegt zwischen 15 und 25 W/cm² in Abhängigkeit von der Lampennennleistung. Bei der Lampe nach der vorliegenden Erfindung darf die Wandbelastung maximal 10% von dem Wert der entsprechenden herkömmlichen HPS-Lampe abweichen.

Die beabsichtigte Erhöhung des Photosynthese-Wirkungsgrades wird sodann durch die Optimierung der Zusammensetzung des Na/Hg-Amalgams und des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 130 Å bis etwa 200 Å realisiert. Diese Variablen werden derart ausgewählt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad der Lampe optimiert wird. Der Photosynthese-Wirkungsgrad wird definiert als

$$\eta_{PS} = \Phi_{PS}/P_{1a}$$

wobei

$\Phi_{PS} = K \int V_{PS}(\lambda) P_{\lambda} d\lambda$ der in Phytolumen ausgedrückte photosynthetisch wirksame Strahlungsanteil, sowie P_{1a} die in der Lampe verteilte Leistung ist.

$$K = 1088.4 \text{ Phyto-lm} \cdot \text{W}^{-1}$$

V_{PS} ist die in Fig. 1 angegebene spektrale Wirkfunktion für die Photosynthese in Pflanzen und

P_{λ} ist das Lampenspektrum.

Es wird der Vergleich mit dem Lampenwirkungsgrad durchgeführt. Der Lampenwirkungsgrad ist definiert als

$$\eta = \Phi/P_{1a}, \text{ wobei}$$

$\Phi = K_m \int V_{\lambda} P_{\lambda} d\lambda$ der in Lumen ausgedrückte Lichtstrom und

$$K_m = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}, \text{ sowie}$$

V_λ der spektrale Empfindlichkeitsgrad nach DIN 5031, Teil 2 ist.

Es zeigt:

Fig. 1 die photosynthetische spektrale Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge;

Fig. 2 den photosynthetischen Wirkungsgrad der Na-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig. 3 die Lichtausbeute der Na-D-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig. 4 den Verlauf des für Photosynthese und allgemeine Beleuchtungsanwendungen optimalen Bereichs bei einer Na-Hochdrucklampe mit 12 bis 20 Gewichtsprozenten Na im Amalgam in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie.

Es wurde die Abhängigkeit des Photosynthese-Wirkungsgrades von der Amalgamzusammensetzung und des erwähnten Kuppenabstandes im Falle einer 400-W-Lampe geprüft, wie in **Fig. 2** gezeigt. Die in **Fig. 2** angegebenen Daten wurden durch die Herstellung von Lampen mit unterschiedlichen Amalgam-Zusammensetzungen und Messung ihrer photosynthetisch wirksamen Strahlungsanteile als Funktion des Kuppenabstandes erhalten. Die Daten wurden während der Anlaufphase der Lampen mittels eines Referenzvorschaltgeräts aufgenommen. Aus **Fig. 2** läßt sich auf einfache Weise ableiten, daß es für sämtliche Amalgamzusammensetzungen eine ganz klare Beziehung zwischen dem Kuppenabstand und dem Photosynthese-Wirkungsgrad gibt.

Fig. 2 zeigt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad (in Phytolumen pro Watt), abhängig vom Na-Gewicht im Amalgam, bei Werten des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie zwischen 130 und 200 Å ein Maximum erreicht. Dabei verschiebt sich das Maximum mit steigendem Na-Gehalt zu höheren Werten des Kuppenabstandes. Aus **Fig. 2** läßt sich für jede Zusammensetzung des Natriumamalgams ein Bereich für den maximalen Wirkungsgrad der Photosynthese erkennen.

In **Fig. 3** ist die Lichtausbeute (in Lumen pro Watt) für verschiedene Natriumgewichte als Funktion des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie aufgetragen. Auch hier erkennt man für jeden Na-Anteil ein Maximum der Lichtausbeute, das allerdings eine geringere Abhängigkeit vom Na-Anteil zeigt als der Photosynthese-Wirkungsgrad.

Die Meßergebnisse sind in der untenstehenden Tabelle 1 und in **Fig. 4** zusammengefaßt. Die Tabelle enthält die numerischen Werte des Photosynthese-Wirkungsgrades und der Lichtausbeute in Abhängigkeit vom Na-Gewichtsanteil im Amalgam. In **Fig. 4** sind diese Werte graphisch dargestellt.

Aus **Fig. 4** kann man klar erkennen, daß für den gleichen Na-Gehalt von 12 bis 20% der Bereich des maximalen Wirkungsgrades der Photosynthese im Vergleich zur Lichtausbeute durch höhere Kuppenabstände der Na-D-Linie gekennzeichnet ist.

Der gewünschte Kuppenabstand der Na-D-Linie kann in der Praxis durch Erhöhung der Cold-Spot-Temperatur des Brenners erreicht werden, entweder durch Veränderung des Abstandes der Elektroden spitze von der Stirnfläche des Brenners oder durch Anbringung von Wärmestaubündeln an der Außenseite der beiden Brennerenden. Bei unveränderten Brennerabmessungen wird dadurch die Lampenbrennspannung erhöht. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lampenbrennspannung niedrig genug ist, um eine ausreichende Lebensdauer der Lampe zu gewährleisten. Falls der Wert der Lampenbrennspannung zu hoch sein sollte, läßt sich eine Korrektur auf den gewünschten Wert auch bei konstantem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie dadurch erreichen, daß die Länge des Entladungsbogens reduziert und der Brennerdurchmesser derart erhöht wird, daß die Wandbelastung des Brenners pro Quadratzentimeter konstant bleibt. Dabei ist darauf zu achten, daß, wie erwähnt, die Bogenlänge um nicht mehr als 25% verändert wird.

Tabelle 1

% Na	Photosynthese Wirkungsgrad (Phytolumen/W)	Lichtausbeute (lm/W)
12	110-160	80-100
14	120-170	85-105
16	130-180	90-110
18	140-190	90-110
20	150-200	95-115

Es wurde für den Fall einer 400-W-Lampe ein Beispiel ausgeführt.

Der Brenner hatte dabei die folgenden Abmessungen:

Innere Brennerlänge: 107 mm

Innerer Brennerdurchmesser: 8,1 mm

Bogenlänge: 84,6 mm

Wandstärke: 0,75 mm

Die Amalgam-Zusammensetzung wies 16 Gewichtsprozent Natrium auf. Der kalte Xenondruck im Brenner betrug 308 Torr. Die Cold-Spot-Temperatur wurde durch die Einstellung des Abstandes zwischen Elektroden spitze und der Brennerstirnfläche auf einen Wert von 17,0 mm auf 120 V gesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die gemessenen Charakteristika dieser Lampe mit denen einer herkömmlichen HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck verglichen. Mit dem Begriff "herkömmlich" ist eine kommerziell verfügbare Na-

Hochdrucklampe für allgemeine Beleuchtungsanwendungen gemeint. Eine solche Lampe entspricht dem SYLVANIA-Typ SHP-TS 400 W.

Tabelle 2

Vergleich Lampenbeispiel nach der Erfindung – Herkömmliche HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck

	Lampenbeispiel	Herkömmliche Hochdrucknatriumlampe
Kuppenabstand (Å)	130	109
Brennspannung (V)	120	98
Lampenleistung (W)	424	392
Lichtstrom (lm)	58028	53473
Phytolumen (lm)	128729	115648
PAR (µmol/s)	715	644
Pblau (W)	11,4	9,6
Prot (W)	17,3	14,5

Die oben als Beispiel beschriebene Lampe nach der Erfindung wurde in der Praxis getestet. Dabei wurden vier verschiedene Gurkensorten in einem gegenüber dem Tageslicht abgedichteten Raum mit Lampen bestrahlt und aufgezogen, die dem oben gegebenen Beispiel entsprachen. Die Bestrahlungsdauer betrug dabei täglich sechzehn Stunden und die Dauer des Wachstums einen Monat. Zum Vergleich wurden die gleichen Gurkenpflanzensorten unter den gleichen Bedingungen bei einer Bestrahlung aufgezogen, die von herkömmlichen HPS-Lampen herrührte, wie sie oben bereits genannt wurden, nämlich vom Typ SYLVANIA SHP-TS 400 W. Die größere Lichtabgabe der Lampen nach der Erfindung wurde dabei durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den Lampen und den Pflanzen kompensiert, um auf dem Level des Pflanzenwachstums bzw. am Substrat die gleiche photosynthetisch wirksame Strahlungsintensität zu erhalten wie im Falle der herkömmlichen Lampen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Versuchsergebnisse aufgeführt, die sich bei dieser Aufzucht der Gurkenpflanzen ergeben haben. Aus Tabelle 3 wird deutlich, daß die mit den Lampen nach der Erfindung erzielte Bestrahlung das Wachstum der Gurkenpflanzen signifikant verbessert, was sich aus den ermittelten Pflanzenabmessungen, Pflanzen- gewichten und Blattgrößen ergibt.

Tabelle 3

Gurkensorte	erfindungsgemäße Lampe				herkömmliche HPS-Lampe			
	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g
Sabrina	128	11,6	21,6/28,7	140,3	116,4	10,6	20,1/26	112,6
Dugan	133,7	12,1	21,5/27,2	143	113,2	10,8	19,3/24,1	105,4
Korinda	121	11,9	21,8/28,2	139,9	106,7	10,7	19,5/24,4	104,1
Bellissima	123,9	11,4	21,3/27	139,4	104,7	10	18,7/23,1	101,1

Von jeder der vier genannten Gurkensorten wurden jeweils 18 Stück von den erfindungsgemäßen Lampen und 22 Stück von den herkömmlichen Lampen bestrahlt.

Es versteht sich, daß die von ganzen Zahlen abweichenden Blattzahl- und Gewichtsangaben, die somit Dezimalbrüche darstellen, infolge Durchschnittsbildung zustandegekommen sind. Die Durchschnittsgewichte wurden jeweils am Ende des Wuchsmonats ohne Wurzeln ermittelt. Ein Gurkenansatz ist zu diesem frühen Zeitpunkt noch nicht zu erwarten.

Patentansprüche

1. Hochdrucknatriumdampfampe mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 42% bis etwa 20%, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie

des Strahlungsspektrums von etwa 110 Å bis etwa 200 Å, sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich 380 nm bis 780 nm zur Pflanzenwachstumsförderung.

2. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Natriumgewichtsanteil im Amalgam zwischen 14% und 18% und der Kuppenabstand zwischen 120 Å und 190 Å beträgt. 5

3. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Natriumgewichtsanteil im Amalgam 16% und der Kuppenabstand zwischen 130 Å und 180 Å beträgt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

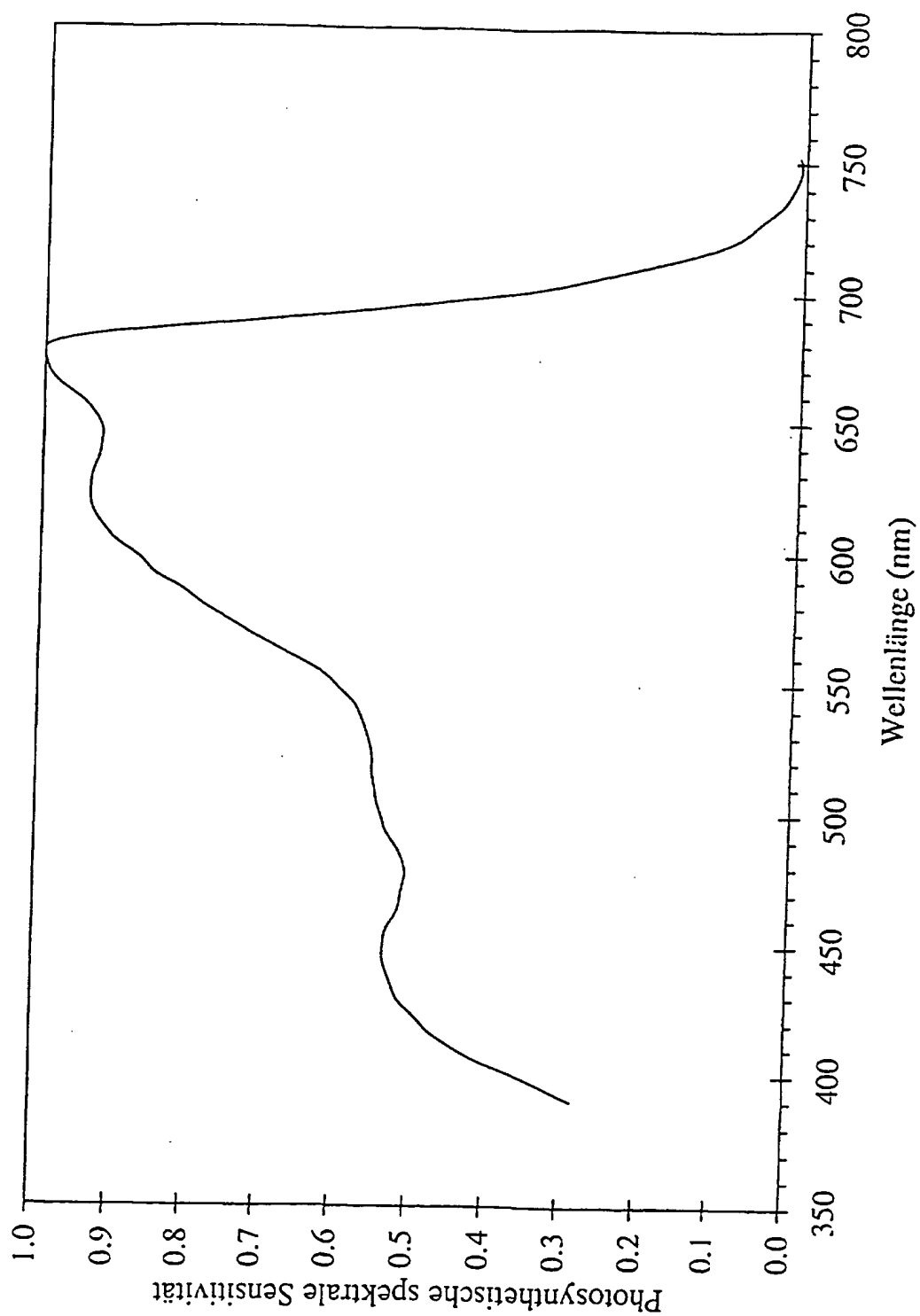
50

55

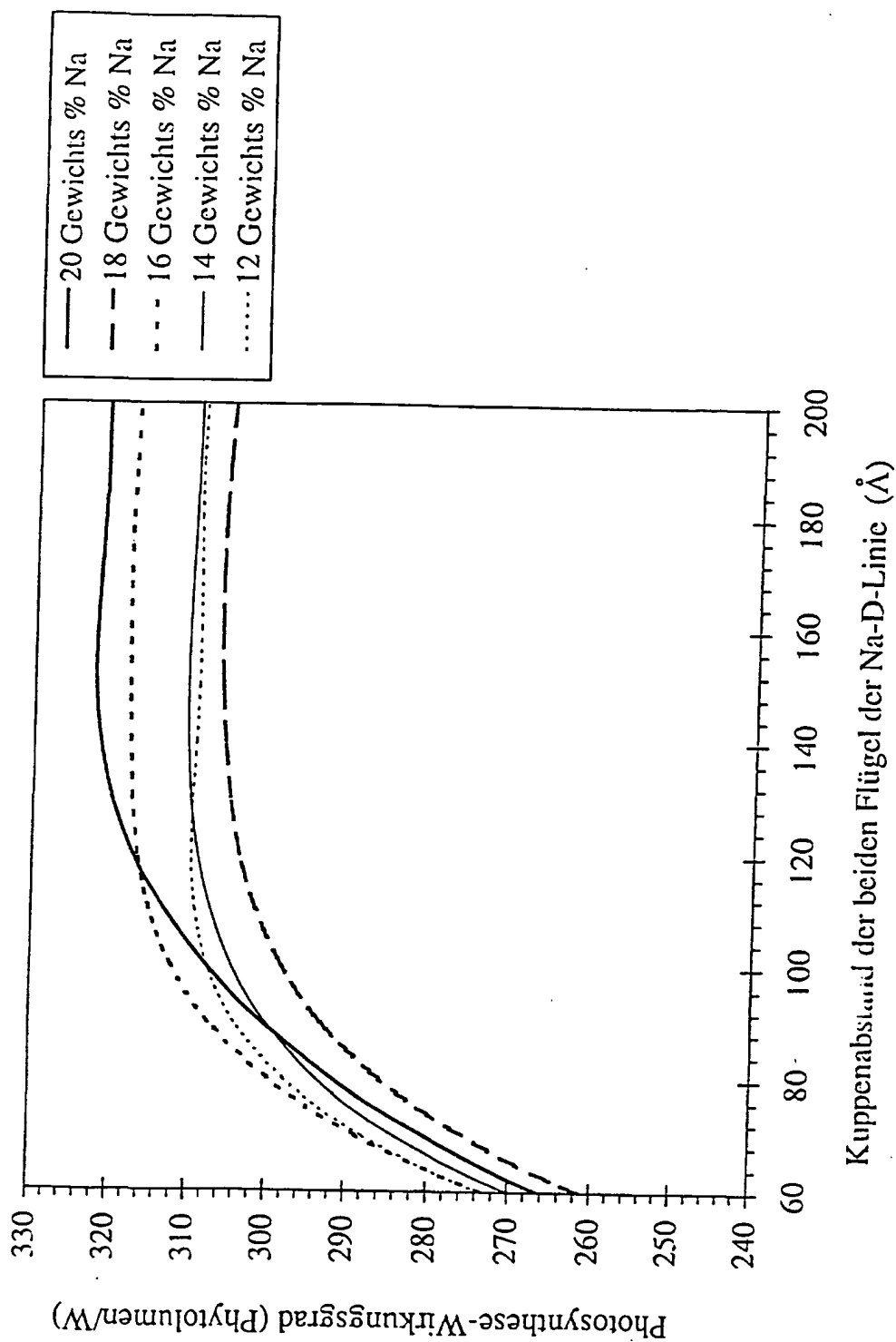
60

65

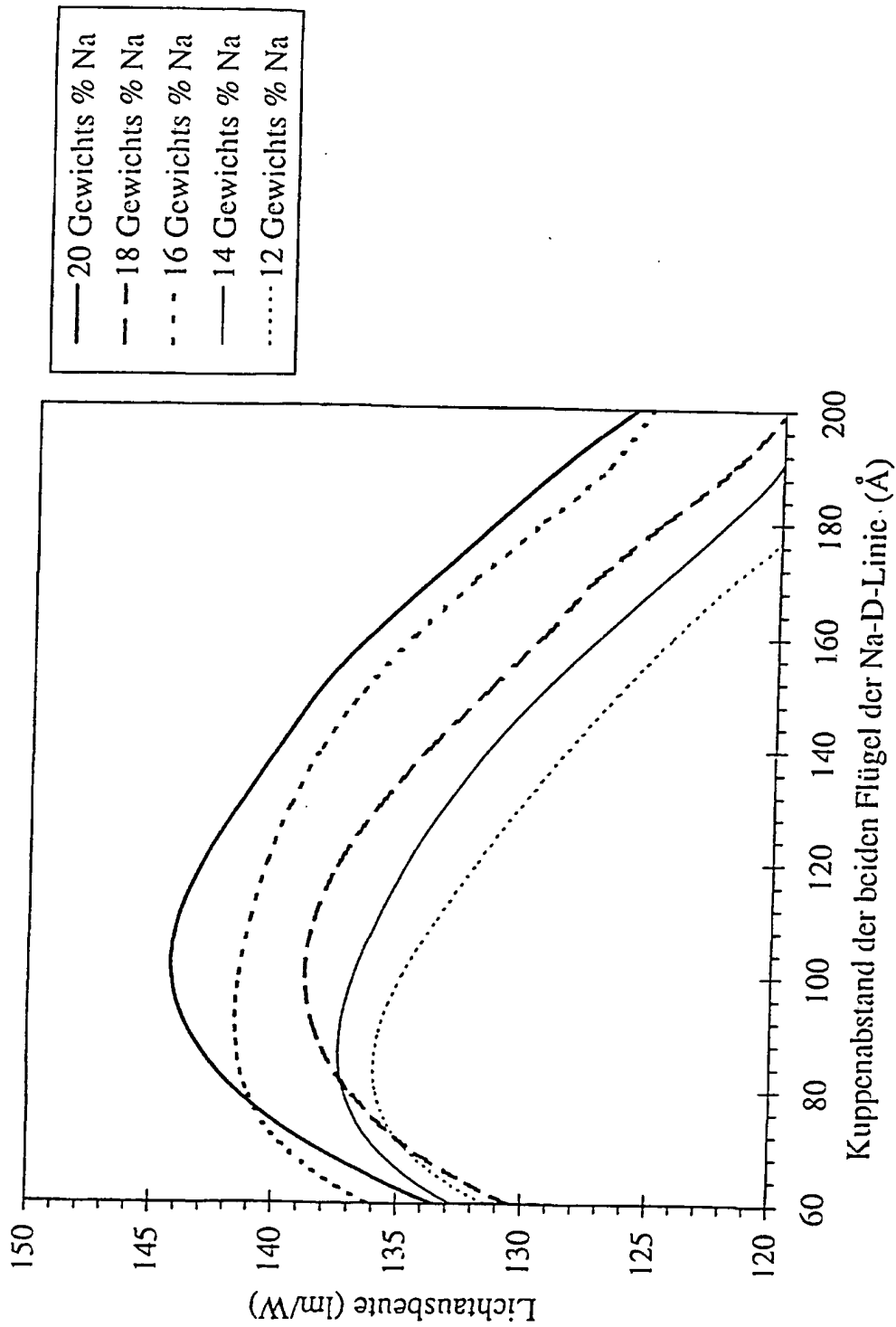
- Leerseite -



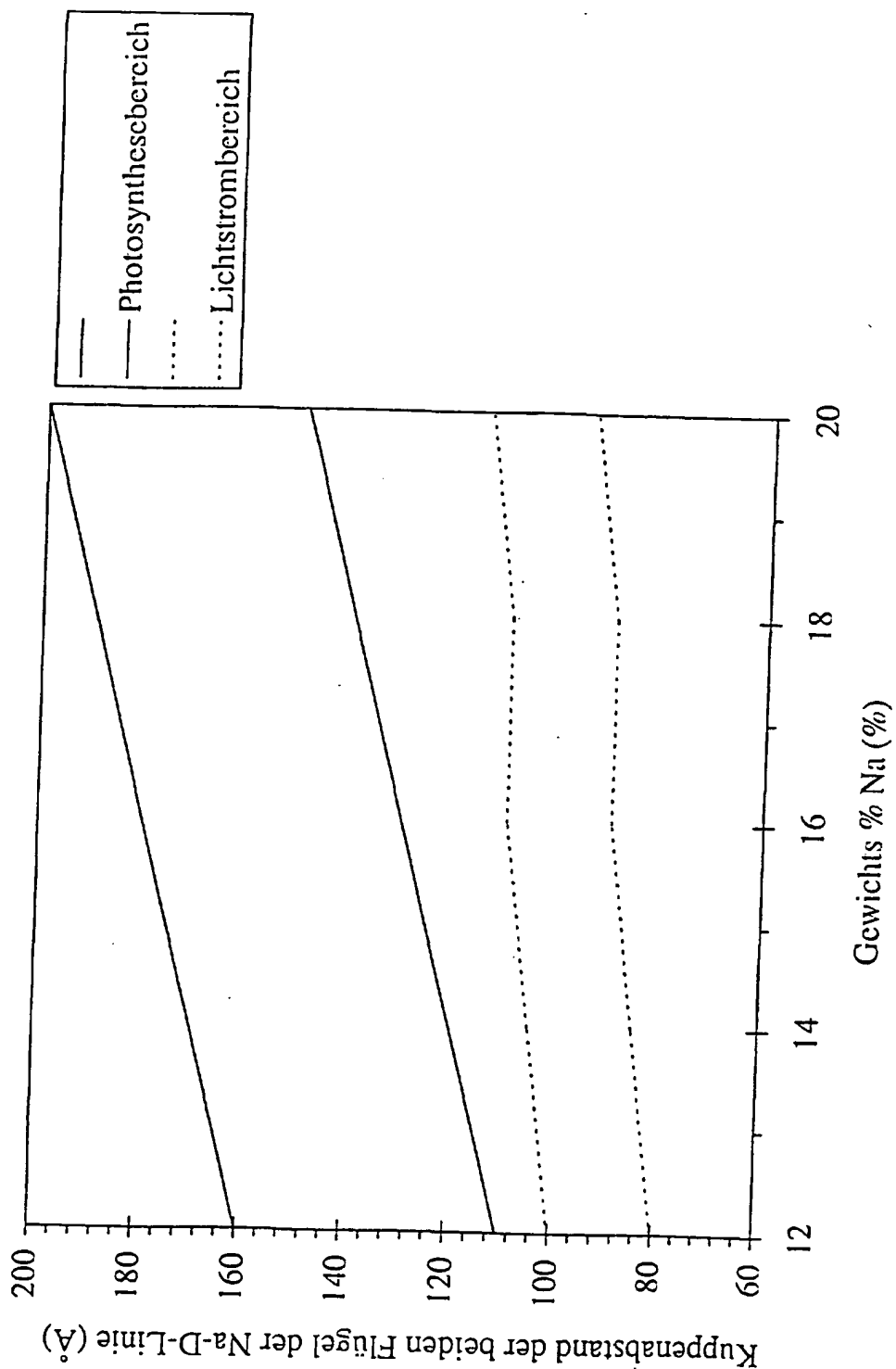
Figur Nr.1



Figur Nr.2



Figur Nr.3



Figur Nr.4



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) **DE 198 51 955 B4** 2004.12.09

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 51 955.9**
(22) Anmeldetag: **11.11.1998**
(43) Offenlegungstag: **18.05.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **09.12.2004**

(51) Int Cl.⁷: **H01J 61/18**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(66) Innere Priorität:
198 50 345.8 **02.11.1998**

(71) Patentinhaber:
Flowil International Lighting (Holding) B.V.,
Amsterdam, NL

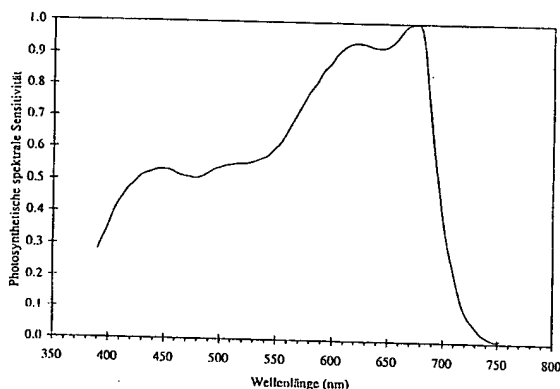
(74) Vertreter:
Lemke, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 86447 Aindling

(72) Erfinder:
Geens, Rudy E.A., Heusen-Zolder, BE; Vlekken,
Carlo J.M., Bertem, BE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 40 850 A1
EP 03 64 014 A1
EP 03 60 326 A1

(54) Bezeichnung: **Hochdrucknatriumdampflampe**

(57) Hauptanspruch: Hochdrucknatriumdampflampe zur Pflanzenwachstumsförderung mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12 % bis etwa 20 %, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 240 mbar und etwa 470 mbar, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 11 nm bis etwa 20 nm, sowie mit etwa 14 % bis etwa 13 % Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich von 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7 % bis etwa 10 % Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich von 380 nm bis 500 nm, jeweils bezogen auf die Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich von 380 nm bis 730 nm.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem Brenner aus polykristallinem Aluminiumoxid (PCA), einer Füllung aus Natrium und Quecksilber, sowie Xenon als Füllgas.

[0002] Hochdrucknatriumdampflampen dieses Typs sind für ihre hohe Lichtausbeute im Bereich des sichtbaren Spektrums bekannt. Dies ist dadurch begründet, daß die Lichtemission dieser Lampen in einem Spektralbereich stattfindet, der dem Maximum der Augenempfindlichkeitskurve entspricht. Die meisten kommerziell verfügbaren Hochdrucknatriumdampf-(HPS-)Lampen sind deshalb bezüglich eines maximalen Lichtstroms optimiert.

[0003] Ferner verfügen HPS-Lampen über eine lange Lebensdauer und über einen sehr geringen Lichtstromabfall.

[0004] Die hohe Lichtausbeute und die lange Lebensdauer machen HPS-Lampen ferner auch für die Anwendung zur Pflanzengewächsförderung besonders geeignet, trotz der Tatsache, daß ihr Spektrum für das menschliche Auge optimiert ist und nicht für die Begünstigung bzw. Verstärkung des Pflanzenwachstumsprozesses.

[0005] Aus der EP 0 364 014 A1 ist ein Verfahren bekannt, den blauen Teil des Spektrums einer HPS-Lampe zu optimieren. Es ist bekannt, daß dies wichtig ist, um Pflanzen daran zu hindern, spindeldürr und mit kleinen Blättern zu wachsen. Nun ist es jedoch so, daß in Gewächshäusern bereits eine ausreichende Menge an blauem Licht der Sonne vorhanden ist, und zwar selbst dann, wenn es im Winter wolkig ist.

[0006] Die erwähnte Druckschrift beschreibt eine bezüglich der Photosynthese in Pflanzen optimierte HPS-Lampe und offenbart ein optimales Na/Hg-Amalgamverhältnis und erläutert, daß der PCA-Brenner kürzer und weiter gemacht werden muß, um diese Lampe mit vorhandenen Vorschaltgeräten elektrisch kompatibel zu machen. Es wurde jedoch festgestellt, daß bei dem Versuch, in diesem Sinne zu verfahren, der Brenner derart kurz wird, daß an den Brennerenden erhöhte Wärmeverluste offensichtlich werden und daß demzufolge die Verbesserung des Wirkungsgrades hinsichtlich der Photosynthese verloren geht. Darüber hinaus kann die geringe Länge des Brenners in einigen für das Pflanzenwachstum vorgesehenen Leuchten zu unerwünschten Änderungen in der Lichtverteilung führen. Dies bedeutet, daß die beschriebene, bekannte Lampe nur in Verbindung mit speziell ausgelegten Betriebssystemen anwendbar ist.

Aufgabenstellung

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Hochdrucknatriumdampflampe der eingangs genannten Art zu schaffen, die bezüglich des Wirkungsgrades der Photosynthese in Pflanzen optimiert ist, mit vorhandenen Lampen austauschbar sowie mit vorhandenen Vorschalt- und Zündgeräten und Leuchten kompatibel ist und schließlich auch noch im Vergleich mit einer herkömmlichen HPS-Lampe einen Gewinn an photosynthetischer Wirkung liefert.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem Brenner, einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon als Füllgas, mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12 % bis etwa 20 % und einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 240 mbar und etwa 470 mbar mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 13 nm bis etwa 20 nm, sowie mit etwa 14 % bis etwa 18 % Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich von 635 nm bis 760 nm und mit etwa 7 % bis etwa 10 % Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich von 380 nm bis 500 nm, jeweils bezogen auf die Strahlungsleistung im gesamten Wellenlängenbereich von 380 nm bis 760 nm.

[0009] Um die Wärmeverluste zu den Wänden des Brenners hin zu minimieren, wurde es als wirksam erkannt, den Brenner mit einem Xenondruck zu füllen, der so hoch wie möglich ist, ohne die einwandfreie Zündung der Lampen mit den dafür spezifizierten Zündgeräten zu gefährden. Dies führte zu einer etwa 10%igen Erhöhung der Lichtausbeute. Bei der Lampe nach der Erfindung soll der Xenondruck auf einen Wert gebracht werden, der so hoch wie möglich ist und es doch noch der Lampe erlaubt, von den für den entsprechenden Lampentyp spezifizierten Zündgeräten einwandfrei gezündet zu werden. In der Praxis sind dies gewöhnlich Überlagerungszündgeräte, die eine in Abhängigkeit von der Lampenleistung spezifizierte Mindest-Spitzenspannung aufweisen.

[0010] Ferner sollte die Entladungslänge der erfindungsgemäßen Lampe von der Entladungslänge der herkömmlichen HPS-Lampe gleicher Leistung um nicht mehr als 25 % abweichen. Richtet man sich danach, so ist die optische Kompatibilität mit vorhandenen Leuchten sichergestellt. Die Wandbelastung (Lampenleistung dividiert durch die Wandoberfläche des Brenners zwischen den Elektroden) ist bei herkömmlichen HPS-Lampen optimiert. Mit höherer Belastung vergrößert sich zwar die abgestrahlte Leistung, jedoch muß zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer die Wandbelastung unter einem bestimmten Wert gehalten werden. Dieser Wert entspricht gewöhnlich einer maximalen Brenntemperatur von 1200°C und liegt zwischen 15 und 25 W/cm² in Abhängigkeit von der Lampennennleistung. Bei der Lampe nach der vorliegenden Erfindung darf die Wandbelastung maximal 10 % von dem Wert der entsprechenden herkömmlichen HPS-Lampe abweichen.

[0011] Die beabsichtigte Erhöhung des Photosynthese-Wirkungsgrades wird sodann durch die Optimierung der Zusammensetzung des Na/Hg-Amalgams und des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 13 nm bis etwa 20 nm realisiert. Diese Variablen werden derart ausgewählt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad der Lampe optimiert wird. Der Photosynthese-Wirkungsgrad wird definiert als

$$\eta_{PS} = \Phi_{PS}/P_{la}$$

wobei

$\Phi_{PS} = K \int V_{PS(\lambda)} P_{\lambda} d\lambda$ der in Phytolumen ausgedrückte photosynthetisch wirksame Strahlungsanteil sowie P_{la} die in der Lampe verteilte Leistung ist.

$K = 1088.4 \text{ Phyto} \cdot \text{lm} \cdot \text{W}^{-1}$

V_{PS} ist die in Fig. 1 angegebene spektrale Wirkfunktion für die Photosynthese in Pflanzen und P_{λ} ist das Lampenspektrum.

[0012] Es wird der Vergleich mit dem Lampenwirkungsgrad durchgeführt. Der Lampenwirkungsgrad ist definiert als

$\eta = \Phi/P_{la}$, wobei

$\Phi = K_m \int V_{\lambda} P_{\lambda} d\lambda$ der in Lumen ausgedrückte Lichtstrom und

$K_m = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$, sowie

V_{λ} der spektrale Empfindlichkeitsgrad nach DIN 5031, Teil 2 ist.

Ausführungsbeispiel

[0013] Es zeigen:

[0014] Fig. 1 die photosynthetische spektrale Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge;

[0015] Fig. 2 den photosynthetischen Wirkungsgrad der Na-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

[0016] Fig. 3 die Lichtausbeute der Na-D-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

[0017] Fig. 4 den Verlauf des für Photosynthese und allgemeine Beleuchtungsanwendungen optimalen Bereichs bei einer Na-Hochdrucklampe mit 12 bis 20 Gewichtsprozenten Na im Amalgam in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie.

[0018] Es wurde die Abhängigkeit des Photosynthese-Wirkungsgrades von der Amalgamzusammensetzung und des erwähnten Kuppenabstandes im Falle einer 400W-Lampe geprüft, wie in Fig. 2 gezeigt. Die in Fig. 2 angegebenen Daten wurden durch die Herstellung von Lampen mit unterschiedlichen Amalgam-Zusammensetzungen und Messung ihrer photosynthetisch wirksamen Strahlungsanteile als Funktion des Kuppenabstandes erhalten. Die Daten wurden während der Anlaufphase der Lampen mittels eines Referenzvorschaltgeräts aufgenommen. Aus Fig. 2 läßt sich auf einfache Weise ableiten, daß es für sämtliche Amalgamzusammensetzungen eine ganz klare Beziehung zwischen dem Kuppenabstand und dem Photosynthese-Wirkungsgrad gibt.

[0019] Fig. 2 zeigt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad (in Phytolumen pro Watt), abhängig vom Na-Gewicht im Amalgam, bei Werten des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie zwischen 13 und 20 nm ein Maximum erreicht. Dabei verschiebt sich das Maximum mit steigendem Na-Gehalt zu höheren Werten des Kuppenabstandes. Aus Fig. 2 läßt sich für jede Zusammensetzung des Natriumamalgams ein Bereich für

den maximalen Wirkungsgrad der Photosynthese erkennen.

[0020] In Fig. 3 ist die Lichtausbeute (in Lumen pro Watt) für verschiedene Natriumgewichte als Funktion des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie aufgetragen. Auch hier erkennt man für jeden Na-Anteil ein Maximum der Lichtausbeute, das allerdings eine geringere Abhängigkeit vom Na-Anteil zeigt als der Photosynthese-Wirkungsgrad.

[0021] Die Meßergebnisse sind in der untenstehenden Tabelle 1 und in Fig. 4 zusammengefaßt. Die Tabelle enthält die numerischen Werte des Photosynthese-Wirkungsgrades und der Lichtausbeute in Abhängigkeit vom Na-Gewichtsanteil im Amalgam. In Fig. 4 sind diese Werte graphisch dargeseht.

[0022] Aus Fig. 4 kann man klar erkennen, daß für den gleichen Na-Gehalt von 12 bis 20 % der Bereich des maximalen Wirkungsgrades der Photosynthese im Vergleich zur Lichtausbeute durch höhere Kuppenabstände der Na-D-Linie gekennzeichnet ist.

[0023] Der gewünschte Kuppenabstand der Na-D-Linie kann in der Praxis durch Erhöhung der Cold Spot Temperatur des Brenners erreicht werden, entweder durch Veränderung des Abstandes der Elektrodenspitze von der Stirnfläche des Brenners oder durch Anbringung von Wärmestaubändern an der Außenseite der beiden Brennerenden. Bei unveränderten Brennerabmessungen wird dadurch die Lampenbrennspannung erhöht. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lampenbrennspannung niedrig genug ist, um eine ausreichende Lebensdauer der Lampe zu gewährleisten. Falls der Wert der Lampenbrennspannung zu hoch sein sollte, läßt sich eine Korrektur auf den gewünschten Wert auch bei konstantem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie dadurch erreichen, daß die Länge des Entladungsbogens reduziert und der Brennerdurchmesser derart erhöht wird, daß die Wandbelastung des Brenners pro Quadratzentimeter konstant bleibt. Dabei ist darauf zu achten, daß, wie erwähnt, die Bogenlänge um nicht mehr als 25% verändert wird.

Tabelle 1

% Na	Photosynthese Wirkungsgrad (Phytolumen/W)	Lichtausbeute (lm/W)
12	110-160	80-100
14	120-170	85-105
16	130-180	90-110
18	140-190	90-110
20	150-200	95-115

[0024] Es wurde für den Fall einer 400W-Lampe ein Beispiel ausgeführt.

[0025] Der Brenner hatte dabei die folgenden Abmessungen:

Innere Brennerlänge: 107 mm

Innerer Brennerdurchmesser: 8,1 mm

bogenlänge: 84,6 mm

Wandstärke: 0,75 mm

[0026] Die Amalgam-Zusammensetzung wies 16 Gewichtsprozent Natrium auf. Der kalte Xenondruck im Brenner betrug ca. 413 mbar. Die Cold Spot Temperatur wurde durch die Einstellung des Abstandes zwischen Elektrodenspitze und der Brennerstirnfläche auf einen Wert von 17,0 mm auf 120 V gesetzt.

[0027] In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die gemessenen Charakteristika dieser Lampe mit denen einer herkömmlichen HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck verglichen. Mit dem Begriff „herkömmlich“ ist eine kommerziell verfügbare Na-Hochdrucklampe für allgemeine Beleuchtungsanwendungen gemeint. Eine solche Lampe entspricht z. B. dem SYLVANIA Typ SHP-TS 400W.

Tabelle 2

Vergleich Lampenbeispiel nach der Erfindung – Herkömmliche HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck

	Lampenbeispiel	Herkömmliche Hochdrucknatriumlampe
Kuppenabstand (A)	130	109/111
Brennspannung (V)	120	98
Lampenleistung (W)	424	392
Lichtstrom (lm)	58028	53473
Phytolumen (lm)	128729	115648
PAR ($\mu\text{mol/s}$)	715	644
Pblau (W)	11,4	9,6
Prot (W)	17,3	14,5

[0028] Die oben als Beispiel beschriebene Lampe nach der Erfindung wurde in der Praxis getestet. Dabei wurden vier verschiedene Gurkensorten in einem gegenüber dem Tageslicht abgedichteten Raum mit Lampen bestrahlt und aufgezogen, die dem oben gegebenen Beispiel entsprachen. Die Bestrahlungsdauer betrug dabei täglich sechzehn Stunden und die Dauer des Wachstums einen Monat. Zum Vergleich wurden die gleichen Gurkenpflanzensorten unter den gleichen Bedingungen unter einer Bestrahlung aufgezogen, die von herkömmlichen HPS-Lampen herrührte, wie sie oben bereits genannt wurden, nämlich vom Typ SYLVANIA SHP-TS 400W. Die größere Lichtabgabe der Lampen nach der Erfindung wurde dabei durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den Lampen und den Pflanzen kompensiert, um auf dem Level des Pflanzenwachstums bzw. am Substrat die gleiche photosynthetisch wirksame Strahlungsintensität zu erhalten wie im Falle der herkömmlichen Lampen.

[0029] In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Versuchsergebnisse aufgeführt, die sich bei dieser Aufzucht der Gurkenpflanzen ergeben haben. Aus Tabelle 3 wird deutlich, daß die mit den Lampen nach der Erfindung erzielte Bestrahlung das Wachstum der Gurkenpflanzen signifikant verbessert, was sich aus den ermittelten Pflanzenabmessungen, Pflanzengewichten und Blattgrößen ergibt.

Tabelle 3

Gurkensorte	erfindungsgemäße Lampe				herkömmliche HPS-Lampe			
	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g
Sabrina	128	11,6	21,6/28,7	140,3	116,4	10,6	20,1/26	112,6
Dugan	133,7	12,1	21,5/27,2	143	113,2	10,8	19,3/24,1	105,4
Korinda	121	11,9	21,8/28,2	139,9	106,7	10,7	19,5/24,4	104,1
Bellissima	123,9	11,4	21,3/27	139,4	104,7	10	18,7/23,1	101,1

[0030] Von jeder der vier genannten Gurkensorten wurden jeweils 18 Stück von den erfindungsgemäßen Lampen und 22 Stück von den herkömmlichen Lampen bestrahlt.

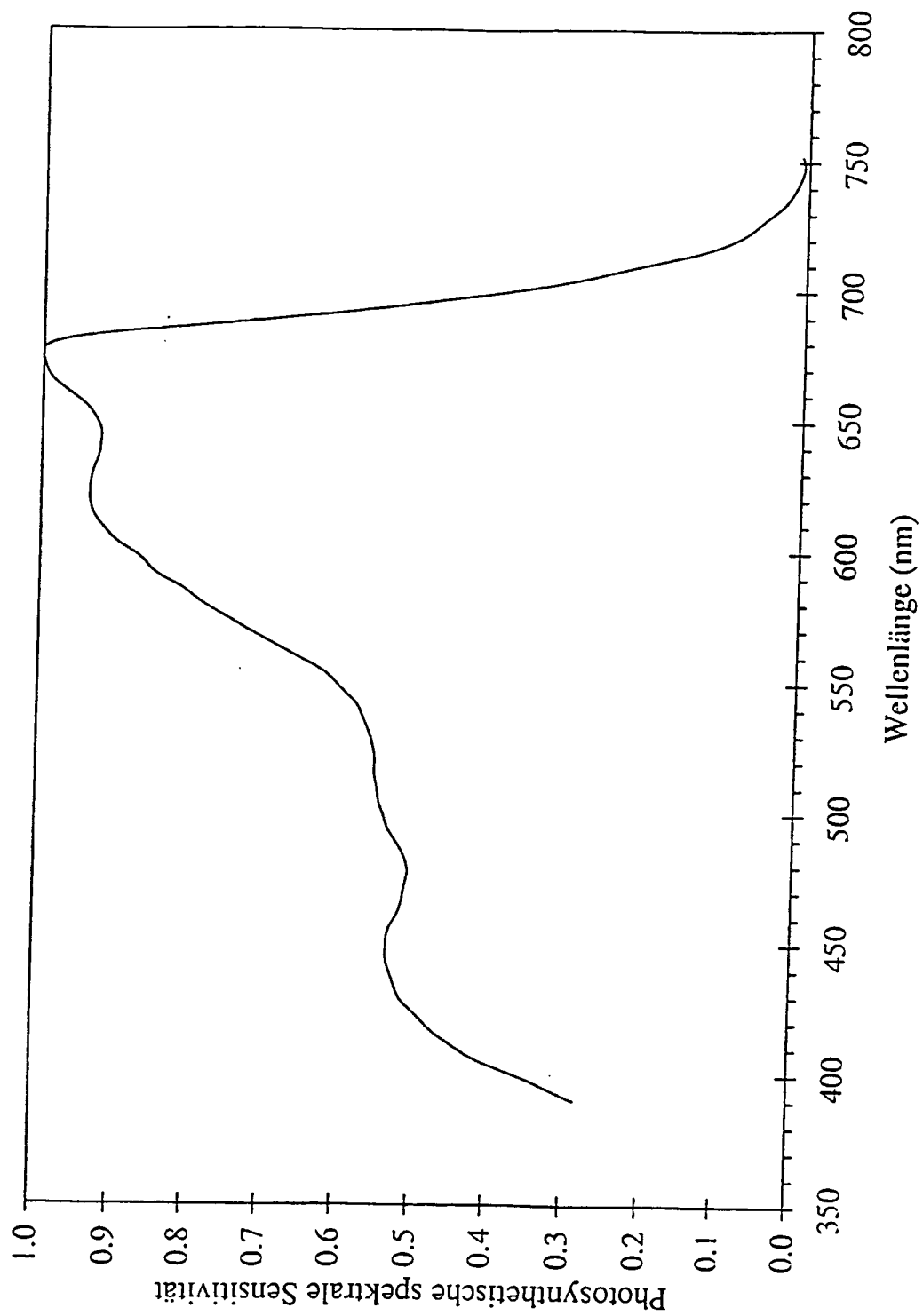
[0031] Es versteht sich, daß die von ganzen Zahlen abweichenden Blattzahl- und Gewichtsangaben durch Dezimalbrüche infolge der Durchschnittsbildung zustandegekommen sind. Die Durchschnittsgewichte wurden jeweils am Ende eines Wuchsmonats ohne Wurzeln ermittelt. Ein Gurkenansatz ist zu diesem frühen Zeitpunkt

noch nicht zu erwarten.

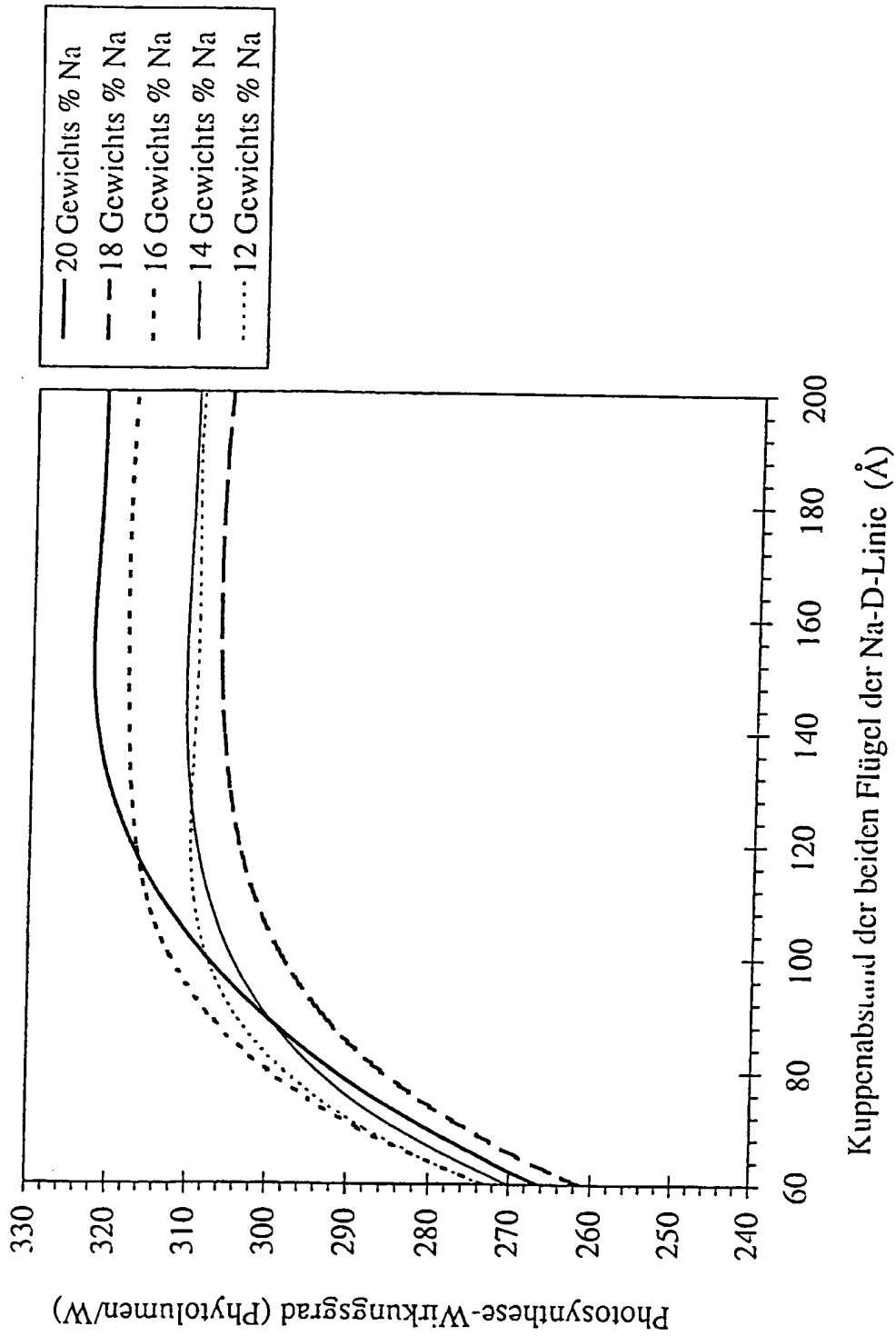
Patentansprüche

1. Hochdrucknatriumdampflampe zur Pflanzenwachstumsförderung mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12 % bis etwa 20 %, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 240 mbar und etwa 470 mbar, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 11 nm bis etwa 20 nm, sowie mit etwa 14 % bis etwa 13 % Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich von 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7 % bis etwa 10 % Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich von 380 nm bis 500 nm, jeweils bezogen auf die Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich von 380 nm bis 730 nm.
2. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Natriumgewichtsanteil im Amalgam zwischen 14 % und 18 % und der Kuppenabstand zwischen 12 nm und 19 nm beträgt.
3. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Natriumgewichtsanteil im Amalgam 16 % und der Kuppenabstand zwischen 13 nm und 13 nm beträgt.

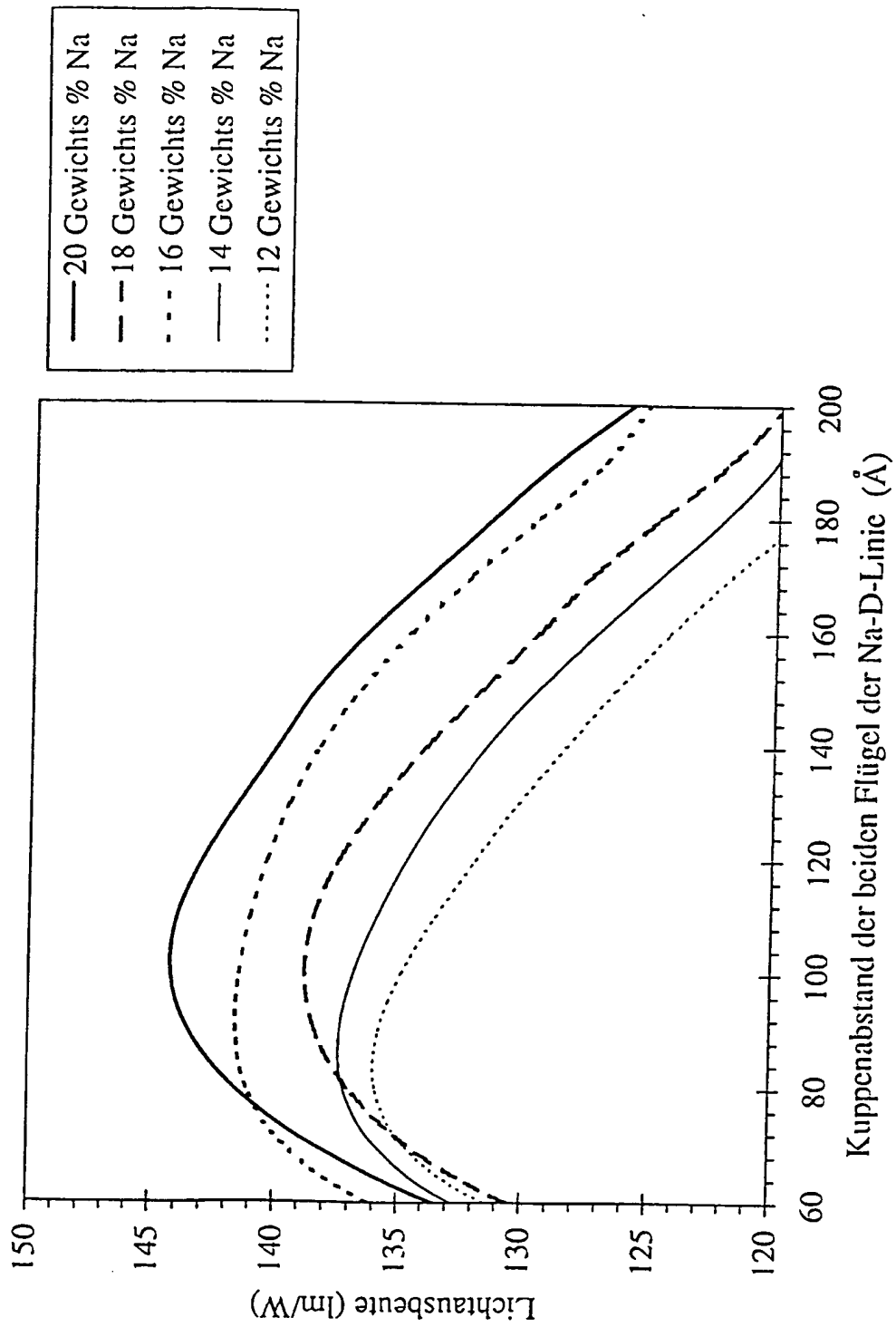
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



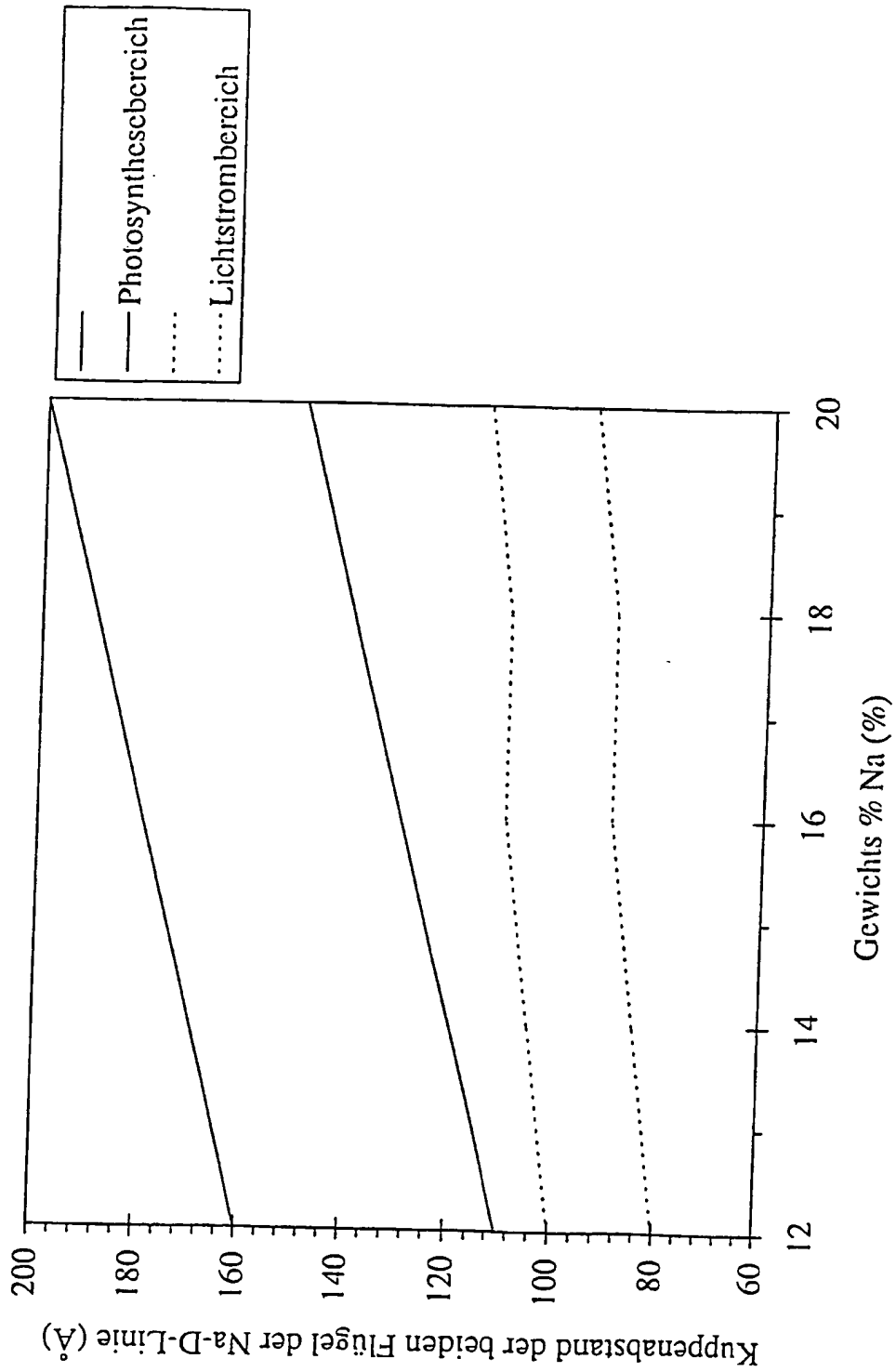
Figur Nr.1



Figur Nr.2



Figur Nr.3



Figur Nr.4


```
##      ### ###      ##      ##      ##
#      ## ##
# #     ## ##      #####      ## ###      #####      # ##      #####      #      #
# #     # # #      #      #      ##      #      #      #      #      #
# #     # # #      #####      #      #####      #      #      #####      #      #
####     #      #      #      #      #      #      #      #      #      #
#      #      #      #      #      #      #      #      #      #      #
#### #### #### #### #### ## ##### ##### ##### ##### ##### #####
```

```
##      ### ###      ##      ##      ##
#      ## ##
# #     ## ##      #####      ## ###      #####      # ##      #####      #      #
# #     # # #      #      #      ##      #      #      #      #      #
# #     # # #      #####      #      #####      #      #      #####      #      #
####     #      #      #      #      #      #      #      #      #      #
#      #      #      #      #      #      #      #      #      #      #
#### #### #### #### #### ## ##### ##### ##### ##### ##### #####
```


Print Job Information:

Date: 3/16/2005

Time: 11:18:33 AM

Job Number: 35

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 198 51 955 A 1

51 Int. Cl.⁷:
H 01 J 61/18

21 Aktenzeichen: 198 51 955.9
22 Anmeldetag: 11. 11. 1998
43 Offenlegungstag: 18. 5. 2000

DE 198 51 955 A 1

66 Innere Priorität:
198 50 345. 8 02. 11. 1998

71 Anmelder:
Flowil International Lighting (Holding) B.V.,
Amsterdam, NL

7A Vertreter:
Lemke, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 86447 Aindling

72 Erfinder:
Geens, Rudy E.A., Heusen-Zolder, BE; Vlekken,
Carlo J.M., Bertem, BE

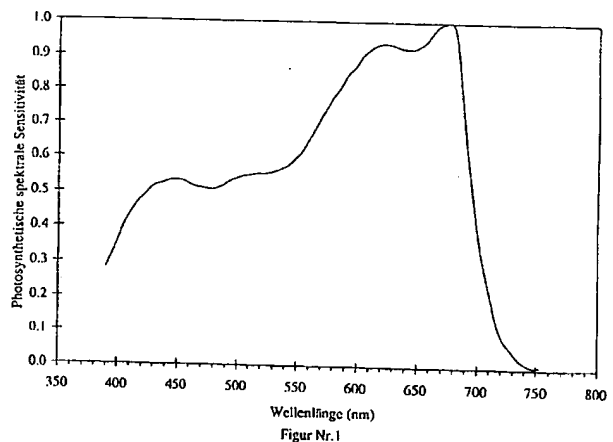
56 Entgegenhaltungen:
DE 196 40 850 A1
EP 03 64 014 A1
EP 03 60 326 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Hochdrucknatriumdampflampe

57 Es wird eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12% bis etwa 20%, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 110 μ bis etwa 200 μ , sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich 380 nm bis 780 nm zur Pflanzenwachstumsförderung zur Verfügung gestellt.



DE 198 51 955 A 1

Die Erfindung betrifft eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem Brenner aus polykristallinem Aluminiumoxid (PCA), einer Füllung aus Natrium und Quecksilber, sowie Xenon als Füllgas.

Hochdrucknatriumdampflampen dieses Typs sind für ihre hohe Lichtausbeute im Bereich des sichtbaren Spektrums bekannt. Dies ist dadurch begründet, daß die Lichtemission dieser Lampen in einem Spektralbereich stattfindet, der dem Maximum der Augenempfindlichkeitskurve entspricht. Die meisten kommerziell verfügbaren Hochdrucknatriumdampf-(HPS-)Lampen sind deshalb bezüglich eines maximalen Lichtstroms optimiert.

Ferner verfügen HPS-Lampen über eine lange Lebensdauer und über einen sehr geringen Lichtstromabfall.

Die hohe Lichtausbeute und lange Lebensdauer machen HPS-Lampen ferner auch für die Anwendung zur Pflanzenwachstumsförderung besonders geeignet, trotz der Tatsache, daß ihr Spektrum für das menschliche Auge optimiert ist und nicht für die Begünstigung bzw. Verstärkung des Pflanzenwachstumsprozesses.

Aus der EP 0 364 014 ist ein Verfahren bekannt, den blauen Teil des Spektrums einer HPS-Lampe zu optimieren. Es ist bekannt, daß dies wichtig ist, um Pflanzen daran zu hindern, spindeldürr und mit kleinen Blättern zu wachsen. Nun ist es jedoch so, daß in Gewächshäusern bereits eine ausreichende Menge an blauem Licht der Sonne vorhanden ist, und zwar selbst dann, wenn es im Winter wolkig ist.

Die erwähnte europäische Patentanmeldung beschreibt eine bezüglich der Photosynthese in Pflanzen optimierte HPS-Lampe und offenbart ein optimales Na/Hg-Amalgamverhältnis und erläutert, daß der PCA-Brenner kürzer und weiter gemacht werden muß, um diese Lampe mit vorhandenen Vorschaltgeräten elektrisch kompatibel zu machen. Es wurde jedoch festgestellt, daß bei dem Versuch, in diesem Sinne zu verfahren, der Brenner derart kurz wird, daß an den Brennerenden erhöhte Wärmeverluste offensichtlich werden und daß demzufolge die Verbesserung des Wirkungsgrades hinsichtlich der Photosynthese verloren geht. Darüber hinaus kann die geringe Länge des Brenners in einigen für das Pflanzenwachstum vorgesehenen Leuchten zu unerwünschten Änderungen in der Lichtverteilung führen. Dies bedeutet, daß die beschriebene, bekannte Lampe nur in Verbindung mit speziell ausgelegten Betriebssystemen anwendbar ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Hochdrucknatriumdampflampe der eingangs genannten Art zu schaffen, die bezüglich des Wirkungsgrades der Photosynthese in Pflanzen optimiert ist, mit vorhandenen Lampen austauschbar, sowie mit vorhandenen Vorschalt- und Zündgeräten und Leuchten kompatibel ist und schließlich auch noch im Vergleich mit einer herkömmlichen HPS-Lampe einen Gewinn an photosynthetischer Wirkung liefert.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Hochdrucknatriumdampflampe mit einem PCA-Brenner, einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon als Füllgas, mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 12% bis etwa 20% und einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 130 bis etwa 200 Å, sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 760 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im gesamten Wellenlängenbereich 380 nm bis 760 nm.

Um die Wärmeverluste zu den Wänden des Brenners hin zu minimieren, wurde es als wirksam erkannt, den Brenner mit einem Xenondruck zu füllen, der so hoch wie möglich ist, ohne die einwandfreie Zündung der Lampen mit den dafür spezifizierten Zündgeräten zu gefährden. Dies führte zu einer etwa 10%igen Erhöhung der Lichtausbeute. Bei der Lampe nach der Erfindung soll der Xenondruck auf einen Wert gebracht werden, der so hoch wie möglich ist und es doch noch der Lampe erlaubt, von den für den entsprechenden Lampentyp spezifizierten Zündgeräten einwandfrei gezündet zu werden. In der Praxis sind dies gewöhnlich Überlagerungszündgeräte, die eine in Abhängigkeit von der Lampenleistung spezifizierte Mindest-Spitzenspannung aufweisen.

Ferner sollte die Entladungslänge der erfindungsgemäßen Lampe von der Entladungslänge der herkömmlichen HPS-Lampe gleicher Leistung um nicht mehr als 25% abweichen. Richtet man sich danach, so ist die optische Kompatibilität mit vorhandenen Leuchten sichergestellt. Die Wandbelastung (Lampenleistung dividiert durch die Wandoberfläche des Brenners zwischen den Elektroden) ist bei herkömmlichen HPS-Lampen optimiert. Mit höherer Belastung vergrößert sich zwar die abgestrahlte Leistung, jedoch muß zur Sicherstellung einer langen Lebensdauer die Wandbelastung unter einem bestimmten Wert gehalten werden. Dieser Wert entspricht gewöhnlich einer maximalen Brenneroberflächentemperatur von 1200°C und liegt zwischen 15 und 25 W/cm² in Abhängigkeit von der Lampennennleistung. Bei der Lampe nach der vorliegenden Erfindung darf die Wandbelastung maximal 10% von dem Wert der entsprechenden herkömmlichen HPS-Lampe abweichen.

Die beabsichtigte Erhöhung des Photosynthese-Wirkungsgrades wird sodann durch die Optimierung der Zusammensetzung des Na/Hg-Amalgams und des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie des Strahlungsspektrums von etwa 130 Å bis etwa 200 Å realisiert. Diese Variablen werden derart ausgewählt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad der Lampe optimiert wird. Der Photosynthese-Wirkungsgrad wird definiert als

$$\eta_{PS} = \Phi_{PS}/P_{1a}$$

wobei

$\Phi_{PS} = K \int V_{PS}(\lambda) P_{\lambda} d\lambda$ der in Phytolumen ausgedrückte photosynthetisch wirksame Strahlungsanteil, sowie P_{1a} die in der Lampe verteilte Leistung ist.

$$K = 1088.4 \text{ Phyto-lm} \cdot \text{W}^{-1}$$

V_{PS} ist die in Fig. 1 angegebene spektrale Wirkfunktion für die Photosynthese in Pflanzen und P_{λ} ist das Lampenspektrum.

Es wird der Vergleich mit dem Lampenwirkungsgrad durchgeführt. Der Lampenwirkungsgrad ist definiert als

$$\eta = \Phi/P_{1a}, \text{ wobei}$$

$\Phi = K_m \int V_{\lambda} P_{\lambda} d\lambda$ der in Lumen ausgedrückte Lichtstrom und

$$K_m = 683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}, \text{ sowie}$$

V_λ der spektrale Empfindlichkeitsgrad nach DIN 5031, Teil 2 ist.

Es zeigt:

Fig. 1 die photosynthetische spektrale Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Wellenlänge;

Fig. 2 den photosynthetischen Wirkungsgrad der Na-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig. 3 die Lichtausbeute der Na-D-Hochdrucklampe in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie;

Fig. 4 den Verlauf des für Photosynthese und allgemeine Beleuchtungsanwendungen optimalen Bereichs bei einer Na-Hochdrucklampe mit 12 bis 20 Gewichtsprozenten Na im Amalgam in Abhängigkeit vom Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie.

Es wurde die Abhängigkeit des Photosynthese-Wirkungsgrades von der Amalgamzusammensetzung und des erwähnten Kuppenabstandes im Falle einer 400-W-Lampe geprüft, wie in **Fig. 2** gezeigt. Die in **Fig. 2** angegebenen Daten wurden durch die Herstellung von Lampen mit unterschiedlichen Amalgam-Zusammensetzungen und Messung ihrer photosynthetisch wirksamen Strahlungsanteile als Funktion des Kuppenabstandes erhalten. Die Daten wurden während der Anlaufphase der Lampen mittels eines Referenzvorschaltgeräts aufgenommen. Aus **Fig. 2** läßt sich auf einfache Weise ableiten, daß es für sämtliche Amalgamzusammensetzungen eine ganz klare Beziehung zwischen dem Kuppenabstand und dem Photosynthese-Wirkungsgrad gibt.

Fig. 2 zeigt, daß der Photosynthese-Wirkungsgrad (in Phytolumen pro Watt), abhängig vom Na-Gewicht im Amalgam, bei Werten des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie zwischen 130 und 200 Å ein Maximum erreicht. Dabei verschiebt sich das Maximum mit steigendem Na-Gehalt zu höheren Werten des Kuppenabstandes. Aus **Fig. 2** läßt sich für jede Zusammensetzung des Natriumamalgams ein Bereich für den maximalen Wirkungsgrad der Photosynthese erkennen.

In **Fig. 3** ist die Lichtausbeute (in Lumen pro Watt) für verschiedene Natriumgewichte als Funktion des Kuppenabstandes der beiden Flügel der Na-D-Linie aufgetragen. Auch hier erkennt man für jeden Na-Anteil ein Maximum der Lichtausbeute, das allerdings eine geringere Abhängigkeit vom Na-Anteil zeigt als der Photosynthese-Wirkungsgrad.

Die Meßergebnisse sind in der untenstehenden Tabelle 1 und in **Fig. 4** zusammengefaßt. Die Tabelle enthält die numerischen Werte des Photosynthese-Wirkungsgrades und der Lichtausbeute in Abhängigkeit vom Na-Gewichtsanteil im Amalgam. In **Fig. 4** sind diese Werte graphisch dargestellt.

Aus **Fig. 4** kann man klar erkennen, daß für den gleichen Na-Gehalt von 12 bis 20% der Bereich des maximalen Wirkungsgrades der Photosynthese im Vergleich zur Lichtausbeute durch höhere Kuppenabstände der Na-D-Linie gekennzeichnet ist.

Der gewünschte Kuppenabstand der Na-D-Linie kann in der Praxis durch Erhöhung der Cold-Spot-Temperatur des Brenners erreicht werden, entweder durch Veränderung des Abstandes der Elektroden spitze von der Stirnfläche des Brenners oder durch Anbringung von Wärmestaubündeln an der Außenseite der beiden Brennerenden. Bei unveränderten Brennerabmessungen wird dadurch die Lampenbrennspannung erhöht. Dabei ist darauf zu achten, daß die Lampenbrennspannung niedrig genug ist, um eine ausreichende Lebensdauer der Lampe zu gewährleisten. Falls der Wert der Lampenbrennspannung zu hoch sein sollte, läßt sich eine Korrektur auf den gewünschten Wert auch bei konstantem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie dadurch erreichen, daß die Länge des Entladungsbogens reduziert und der Brennerdurchmesser derart erhöht wird, daß die Wandbelastung des Brenners pro Quadratzentimeter konstant bleibt. Dabei ist darauf zu achten, daß, wie erwähnt, die Bogenlänge um nicht mehr als 25% verändert wird.

Tabelle 1

% Na	Photosynthese Wirkungsgrad (Phytolumen/W)	Lichtausbeute (lm/W)
12	110-160	80-100
14	120-170	85-105
16	130-180	90-110
18	140-190	90-110
20	150-200	95-115

Es wurde für den Fall einer 400-W-Lampe ein Beispiel ausgeführt.

Der Brenner hatte dabei die folgenden Abmessungen:

Innere Brennerlänge: 107 mm

Innerer Brennerdurchmesser: 8,1 mm

Bogenlänge: 84,6 mm

Wandstärke: 0,75 mm

Die Amalgam-Zusammensetzung wies 16 Gewichtsprozent Natrium auf. Der kalte Xenondruck im Brenner betrug 308 Torr. Die Cold-Spot-Temperatur wurde durch die Einstellung des Abstandes zwischen Elektroden spitze und der Brennerstirnfläche auf einen Wert von 17,0 mm auf 120 V gesetzt.

In der nachfolgenden Tabelle 2 werden die gemessenen Charakteristika dieser Lampe mit denen einer herkömmlichen HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck verglichen. Mit dem Begriff "herkömmlich" ist eine kommerziell verfügbare Na-

Hochdrucklampe für allgemeine Beleuchtungsanwendungen gemeint. Eine solche Lampe entspricht dem SYLVANIA-Typ SHP-TS 400 W.

Tabelle 2

Vergleich Lampenbeispiel nach der Erfindung – Herkömmliche HPS-Lampe mit erhöhtem Fülldruck

	Lampenbeispiel	Herkömmliche Hochdrucknatriumlampe
Kuppenabstand (Å)	130	109
Brennspannung (V)	120	98
Lampenleistung (W)	424	392
Lichtstrom (lm)	58028	53473
Phytolumen (lm)	128729	115648
PAR (μmol/s)	715	644
Pblau (W)	11,4	9,6
Prot (W)	17,3	14,5

Die oben als Beispiel beschriebene Lampe nach der Erfindung wurde in der Praxis getestet. Dabei wurden vier verschiedene Gurkensorten in einem gegenüber dem Tageslicht abgedichteten Raum mit Lampen bestrahlt und aufgezogen, die dem oben gegebenen Beispiel entsprachen. Die Bestrahlungsdauer betrug dabei täglich sechzehn Stunden und die Dauer des Wachstums einen Monat. Zum Vergleich wurden die gleichen Gurkenpflanzensorten unter den gleichen Bedingungen bei einer Bestrahlung aufgezogen, die von herkömmlichen HPS-Lampen herrührte, wie sie oben bereits genannt wurden, nämlich vom Typ SYLVANIA SHP-TS 400 W. Die größere Lichtabgabe der Lampen nach der Erfindung wurde dabei durch Vergrößerung des Abstandes zwischen den Lampen und den Pflanzen kompensiert, um auf dem Level des Pflanzenwachses bzw. am Substrat die gleiche photosynthetisch wirksame Strahlungsintensität zu erhalten wie im Falle der herkömmlichen Lampen.

In der nachfolgenden Tabelle 3 werden die Versuchsergebnisse aufgeführt, die sich bei dieser Aufzucht der Gurkenpflanzen ergeben haben. Aus Tabelle 3 wird deutlich, daß die mit den Lampen nach der Erfindung erzielte Bestrahlung das Wachstum der Gurkenpflanzen signifikant verbessert, was sich aus den ermittelten Pflanzenabmessungen, Pflanzen- gewichten und Blattgrößen ergibt.

Tabelle 3

Gurkensorte	erfindungsgemäße Lampe				herkömmliche HPS-Lampe			
	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g	Länge cm	Blatt- zahl	Blatt- größe cm	Gewicht g
Sabrina	128	11,6	21,6/28,7	140,3	116,4	10,6	20,1/26	112,6
Dugan	133,7	12,1	21,5/27,2	143	113,2	10,8	19,3/24,1	105,4
Korinda	121	11,9	21,8/28,2	139,9	106,7	10,7	19,5/24,4	104,1
Bellissima	123,9	11,4	21,3/27	139,4	104,7	10	18,7/23,1	101,1

Von jeder der vier genannten Gurkensorten wurden jeweils 18 Stück von den erfindungsgemäßen Lampen und 22 Stück von den herkömmlichen Lampen bestrahlt.

Es versteht sich, daß die von ganzen Zahlen abweichenden Blattzahl- und Gewichtsangaben, die somit Dezimalbrüche darstellen, infolge Durchschnittsbildung zustandegekommen sind. Die Durchschnittsgewichte wurden jeweils am Ende des Wuchsmonats ohne Wurzeln ermittelt. Ein Gurkenansatz ist zu diesem frühen Zeitpunkt noch nicht zu erwarten.

Patentansprüche

1. Hochdrucknatriumdampf Lampe mit einer Füllung aus Natrium, Quecksilber und Xenon in einem Brenner mit einem Natriumgewichtsanteil im Na/Hg-Amalgam von etwa 42% bis etwa 20%, mit einem Xenonfülldruck im kalten Zustand zwischen etwa 180 Torr und etwa 350 Torr, mit einem Kuppenabstand der beiden Flügel der Na-D-Linie

des Strahlungsspektrums von etwa 110 Å bis etwa 200 Å, sowie mit etwa 14% bis etwa 18% Strahlungsanteil im roten Wellenlängenbereich 635 nm bis 750 nm und mit etwa 7% bis etwa 10% Strahlungsanteil im blauen Wellenlängenbereich 380 nm bis 500 nm jeweils der Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich 380 nm bis 780 nm zur Pflanzenwachstumsförderung.

2. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Natriumgewichtsanteil im Amalgam zwischen 14% und 18% und der Kuppenabstand zwischen 120 Å und 190 Å beträgt. 5

3. Hochdrucknatriumdampflampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Natriumgewichtsanteil im Amalgam 16% und der Kuppenabstand zwischen 130 Å und 180 Å beträgt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

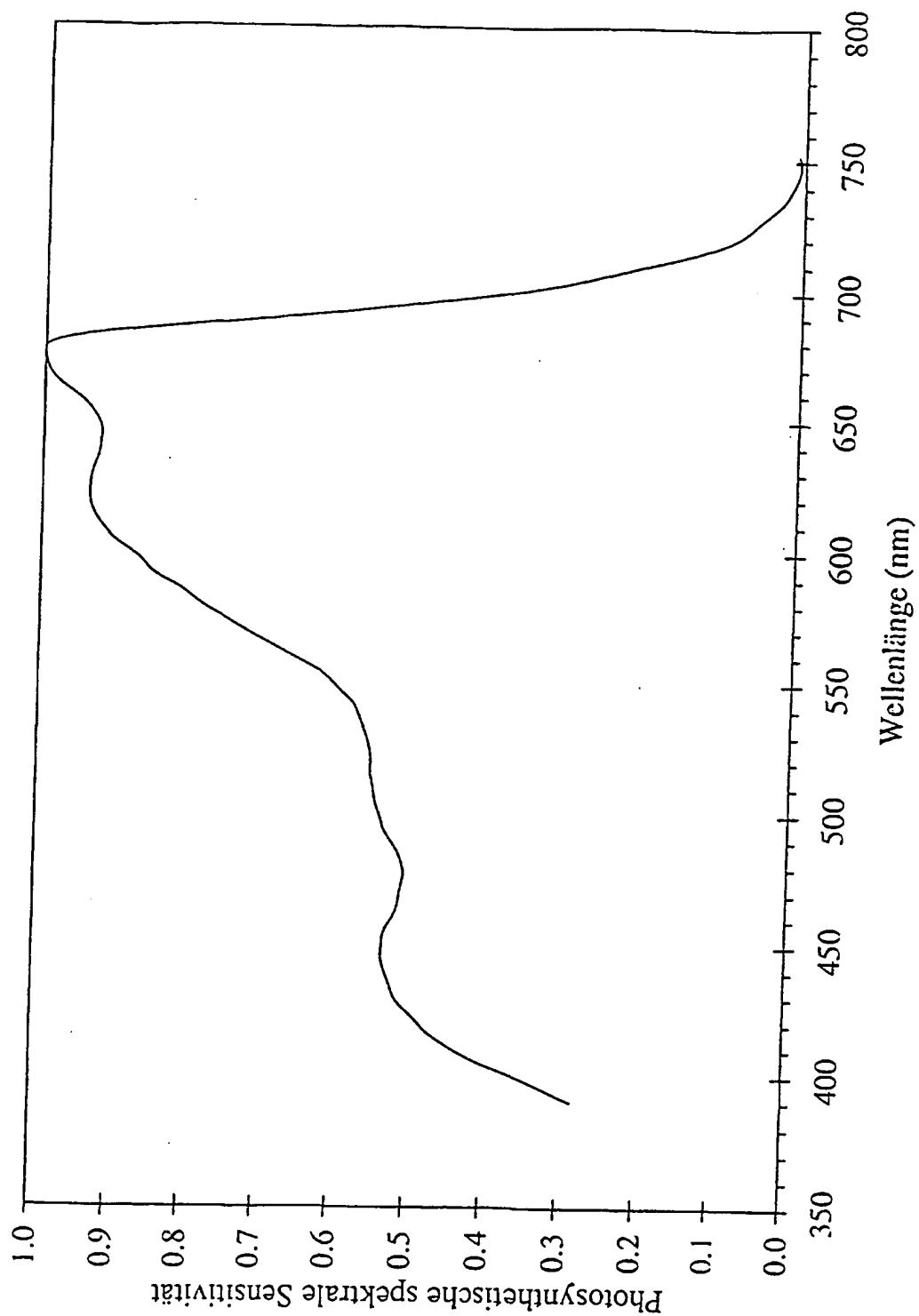
50

55

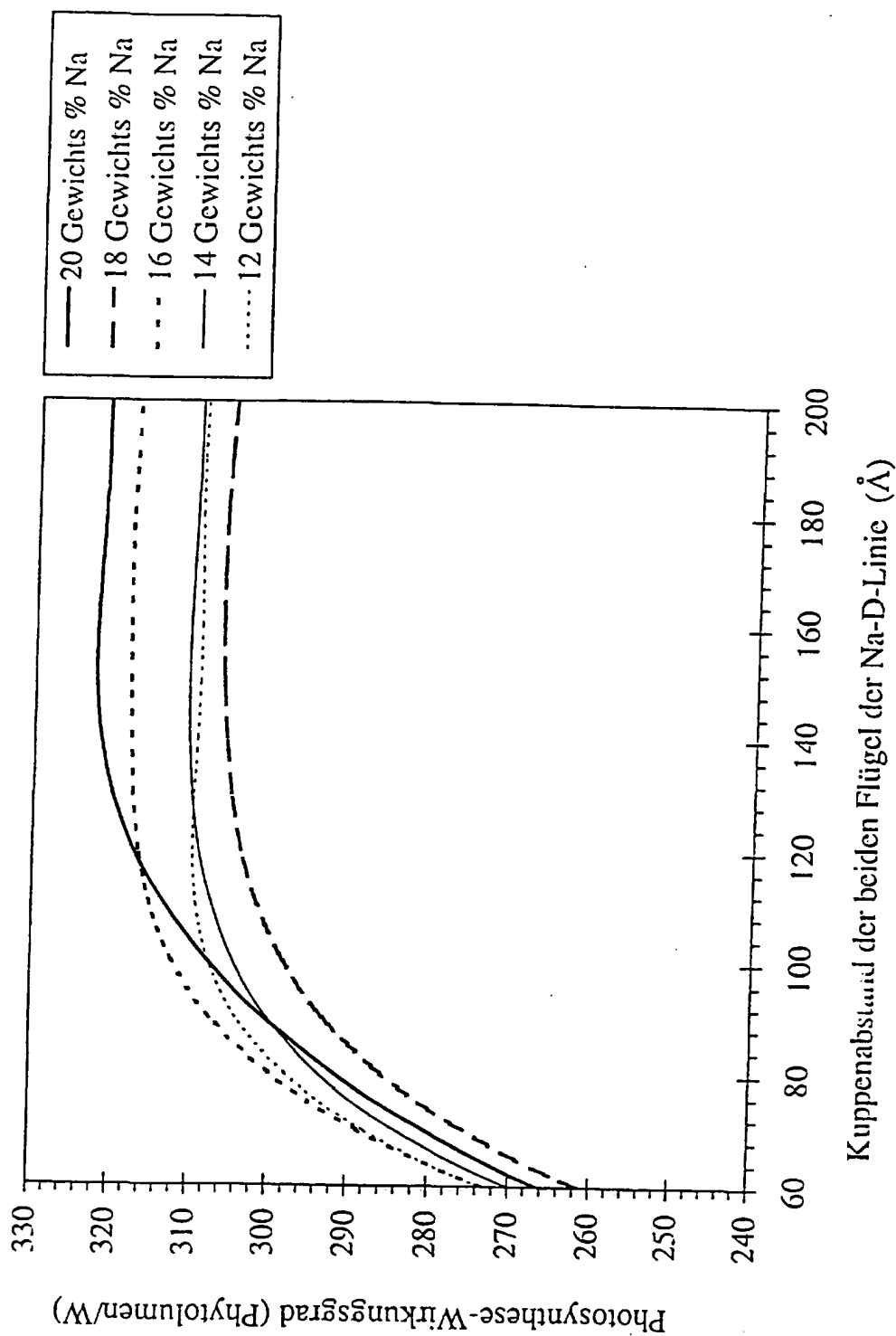
60

65

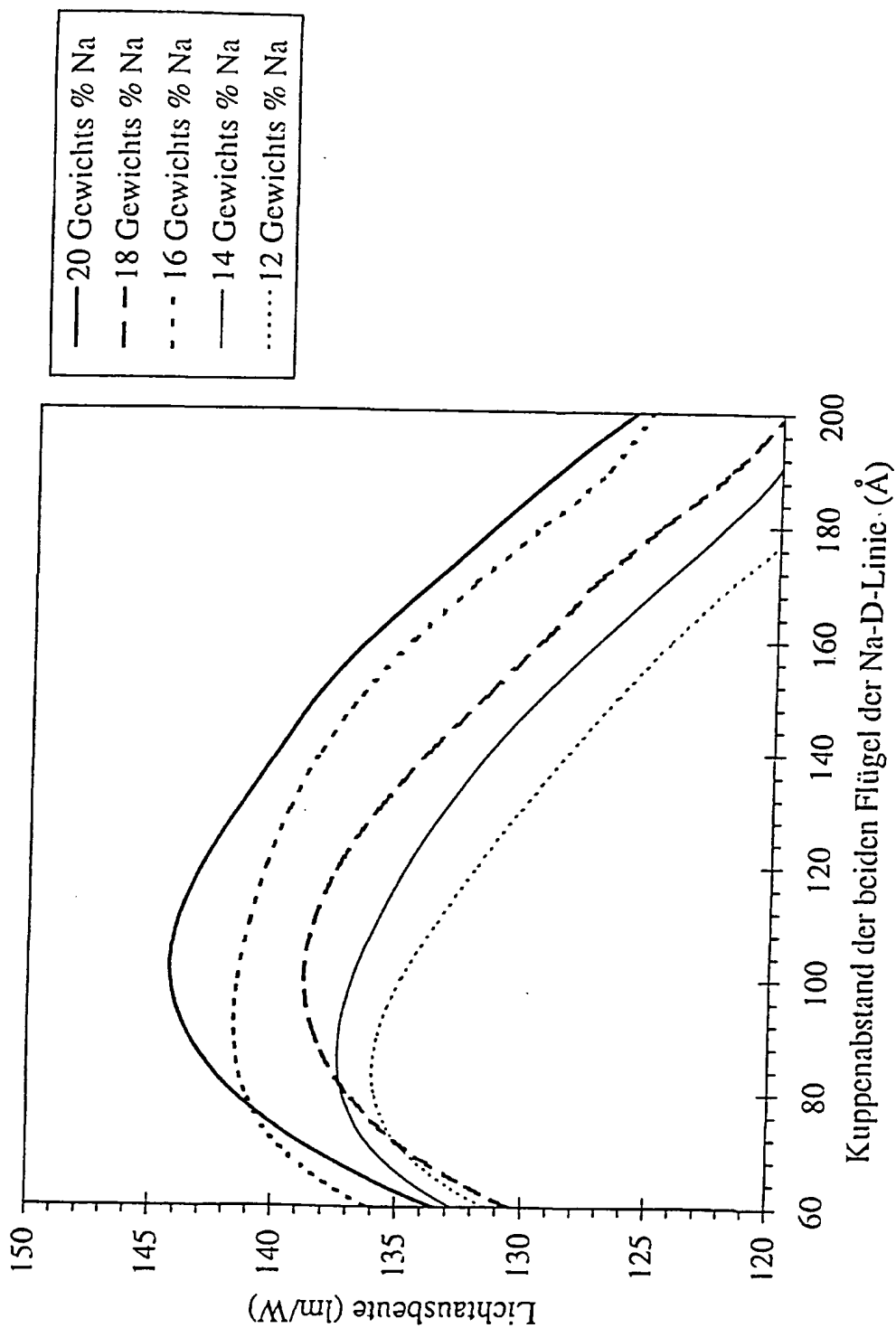
- Leerseite -



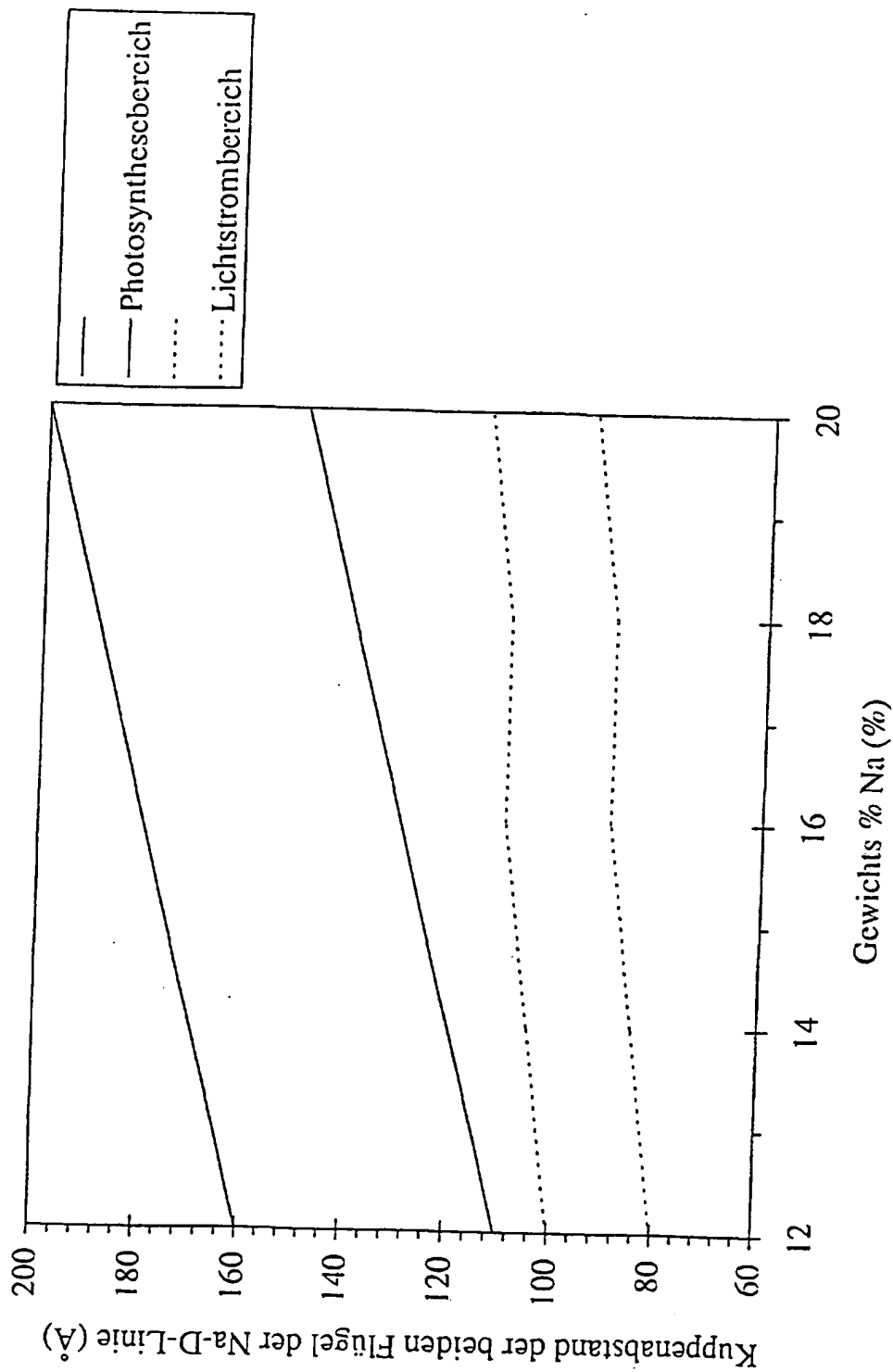
Figur Nr.1



Figur Nr.2



Figur Nr.3



Figur Nr.4